

CLIPPEDIMAGE= JP02000241644A
PAT-NO: JP02000241644A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000241644 A
TITLE: MULTI-MODE INTERFERENCE OPTICAL COUPLER

PUBN-DATE: September 8, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAIDA, TAKASHI	N/A
HIMENO, AKIRA	
OKUNO, MASAYUKI	N/A
OKAMOTO, KATSUNARI	
KANEKO, AKEMASA	N/A
	N/A
	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>	N/A

APPL-NO: JP11064401
APPL-DATE: March 11, 1999

INT-CL_(IPC): G02B006/122; G02B006/293

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-mode interference optical coupler of a non-equally branched type with simple structure to make its layout easy.

SOLUTION: In this optical coupler 10, a width of one portion in a core part of a multi-mode optical wave guide 13 arranged between input optical wave guides 12a, 12b and output optical wave guides 14a, 14b is reduced to form a zone (refractive index changing part) 15 different in a refractive index, and a Mach-Zehnder interferometer or an extended Mach-Zehnder interferometer is thereby constituted equivalently to realize an optional

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-241644
(P2000-241644A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テコード^{*}(参考)

G 0 2 B 6/122

G 0 2 B 6/12

D 2 H 0 4 7

6/293

6/28

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-64401

(22)出願日 平成11年3月11日(1999.3.11)

(31)優先権主張番号 特願平10-364436

(32)優先日 平成10年12月22日(1998.12.22)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 才田 隆志

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 飯野 明

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74)代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝

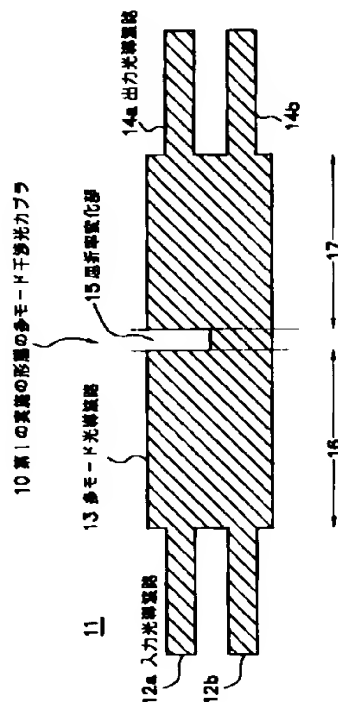
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多モード干渉光カプラ

(57)【要約】

【課題】 構造が簡単でレイアウトも容易な非等分岐型の多モード干渉光カプラを提供すること。

【解決手段】 入力光導波路12a、12bと出力光導波路14a、14bとの間に配置された多モード光導波路13のコア部の一部分の幅を縮小して屈折率の異なる領域(屈折率変化部)15とすることにより、等価的にマッハツェンダ型干渉計あるいは拡張されたマッハツェンダ型干渉計を構成して任意の分岐比を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された、少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、前記入力光導波路と出力光導波路との間に配置された多モード光導波路とを有する多モード干渉光カプラにおいて、

前記多モード光導波路のコア部の一部に屈折率の異なる領域を設けた、もしくは前記多モード光導波路の一部が欠落したことを特徴とする多モード干渉光カプラ。

【請求項2】 請求項1記載の多モード干渉光カプラにおいて、前記屈折率の異なる領域がクラッド層であることを特徴とした多モード干渉光カプラ。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の多モード干渉光カプラにおいて、前記多モード光導波路のコア部の一部に設けられた屈折率の異なる領域もしくは前記多モード光導波路の欠落した一部の部分が光の進行方向に沿って分割されていることを特徴とした多モード干渉光カプラ。

【請求項4】 請求項1または請求項2または請求項3記載の多モード干渉光カプラにおいて、前記光導波路がガラス光導波路であることを特徴とする多モード干渉光カプラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信の分野において光信号を分岐あるいは結合するために用いられる多モード干渉光カプラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信の進展に伴い、平面基板上の光導波路を基本とする導波路型光部品的重要性が増している。導波路型光部品がフォトリソグラフィ技術及び微細加工技術により、光波長以下の精度で再現性良く一括大量生産できる利点を持つからである。アレイ格子型光フィルタ、マトリクス型光スイッチ、ラティス型光フィルタ、光加入者端末等は、導波路型光部品としての特徴を生かして優れた性能を実現しており、一部、実システムへの導入が始まっている。

【0003】導波路型光カプラは高機能な導波路型光部品を実現する上で基本となる要素回路である。高機能、高性能な導波路型光部品を構成するためには、導波路型光カプラ等の要素回路の高機能化、高性能化が必須である。

$$k = \sin^2(X) \times 100 [\%]$$

と書けるので、折れ曲がり構造による位相差Xを調整することで分岐比kを変化することができる。

【0011】図2に従来の変形導波路を用いた任意分岐比の多入力多出力の多モード干渉光カプラの一例を示す。図2に示すように、従来の変形導波路を用いた多入力多出力の多モード干渉光カプラ200は、基板201※50

*【0004】光通信において光信号の一部を取り出してモニタする場合や、ラティス型フィルタを構成する場合、リングレーザ等の光共振器を構成する場合には、1:9や2:8のような非等分岐型のカプラが要求される。

【0005】従来、非等分岐型の用途には、非対称Y分岐、方向性結合器、方向性結合器あるいは多モード干渉光カプラを用いたマッハツェンダ型干渉計、変形導波路を用いた多モード干渉光カプラが提案されている。中でも変形導波路を用いた多モード干渉光カプラは、他の手法と比べて、作製誤差に強く、波長依存性及び偏波依存性が小さく、小型であり、多入力多出力の構成が可能である、といった優れた特徴を有する。

【0006】図1に従来の変形導波路を用いた任意分岐比の二入力二出力の多モード干渉光カプラの一例を示す。図1に示すように、従来の変形導波路を用いた二入力二出力の多モード干渉光カプラ100は、基板101（但し、図面上では背景として表している。）上に入力光導波路102a、102b、多モード光導波路103及び出力光導波路104a、104bを配置して構成されている。ここで、多モード光導波路103において、領域105及び106の長さは、それぞれの領域が二入力二出力の光カプラを構成するように設定されている。

【0007】この従来の変形導波路を用いた二入力二出力の多モード干渉光カプラ100の原理を説明する。

【0008】多モード光導波路103において、領域105及び106の長さは、それぞれの領域が二入力二出力の光カプラを構成するように設定されている。従って、入力光導波路102aに信号光が入力された場合、多モード光導波路103の領域105を伝搬することで光信号は二分岐し、領域106を伝搬することで光信号は再び結合する。但し、多モード光導波路103は領域105と領域106の境界で折れ曲がる構造をしているので、分岐された光信号は位相差をつけられて結合される。

【0009】この時、折れ曲がり構造による位相差Xが π ならば、光信号は全て出力光導波路104aから出力する（分岐比100%）。逆に、折れ曲がり構造が無く位相差Xが0ならば、光信号は全て出力光導波路104bから出力する（分岐比0%）。

【0010】一般に、折れ曲がり構造による位相差Xの時の分岐比kは、近似的に

$$(1)$$

※（但し、図面上では背景として表している。）上に入力光導波路202a、202b、……202x、多モード光導波路203及び出力光導波路204a、204b、……204xを配置して構成されている。ここで、多モード光導波路203は多段の変形導波路を組み合わせた形状となる。

【0012】このような構成でも前記二入力二出力の場合と同じように、変形導波路の組み合わせの部分で位相差が生じるので、出力の分岐比を変化させることが可能である(例えば“Arbitrary ratio power splitters using angled silica on silicon multimode interference coupler” Electronics Letters, vol. 32, pp. 1576-1577, 1996参照)。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、非等分岐型のカプラとして変形導波路を用いた多モード干渉光カプラが提案されている。

【0014】しかし、変形導波路を用いた多入力多出力の多モード干渉光カプラ200では、導波路の変形により光位相を調整して分岐比を変化させるので、構造が複雑であるという問題があった。また、二入力二出力の多モード干渉光カプラ100では、図1に示したように導波路を曲げる必要があり、入力光導波路と出力光導波路の方向が傾くため、レイアウトも煩雑となる問題があった。

【0015】本発明の目的は、構造が簡単でレイアウトも容易な非等分岐型の多モード干渉光カプラを提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、請求項1の発明の多モード干渉光カプラは、基板上に形成された、少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、前記入力光導波路と出力光導波路との間に配置された多モード光導波路とを有する多モード干渉光カプラにおいて、前記多モード光導波路のコア部の一部に屈折率の異なる領域を設けた、もしくは前記多モード光導波路の一部が欠落したことを特徴とするものである。

【0017】また、請求項2の発明の多モード干渉光カプラは、前記屈折率の異なる領域がクラッド層であることを特徴とするものである。

【0018】また、請求項3の発明の多モード干渉光カプラは、前記多モード光導波路のコア部の一部に設けられた屈折率の異なる領域もしくは前記多モード光導波路の欠落した一部の部分が光の進行方向に沿って分割されていることを特徴とするものである。

【0019】また、請求項4の発明の多モード干渉光カプラは、前記光導波路がガラス光導波路であることを特徴とするものである。

【0020】本発明の光カプラでは、多モード光導波路の比較的光強度が集中している部分の屈折率を変化させることで、マッハツェンダ型干渉計、あるいは拡張され

たマッハツェンダ型干渉計を等価的に構成する。これにより、偏波依存性及び波長依存性が小さく、作製誤差に強い、分岐比を任意に設計可能な光カプラを実現することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0022】図3に本発明の第1の実施の形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成、図4に本実施の形態の多モード干渉光カプラと機能的に等価なマッハツェンダ型干渉計の構成、図5に本実施の形態の多モード干渉光カプラにおける損失及び分岐比と屈折率変化部の長さとの関係を表すグラフ、をそれぞれ示す。

【0023】なお、以下に説明する第1の実施の形態では、光導波路としてシリコン基板上に形成した石英系単一モード光導波路を使用した多モード干渉光カプラについて説明する。これは、この組み合わせが単一モード光ファイバとの接続性に優れた多モード干渉光カプラを提供できるからである。さらに説明を簡単にするために二入力二出力の導波型多モード干渉光カプラについて説明する。しかしながら、本発明はこの例に限定されるものではない。

【0024】図3に示すように、第1の実施の形態の多モード干渉光カプラ10において、シリコン基板11(但し、図面上では背景として表している。)上には、一対の石英系ガラス光導波路が入力光導波路12a、12bとして配置され、石英系ガラス光導波路が多モード光導波路13として、一対の石英系ガラス光導波路が出力光導波路14a、14bとして配置されている。多モード光導波路13において、コア部の一部分に幅の縮小された領域があり、これにより屈折率の異なる領域(屈折率変化部)15を実現している。

【0025】なお、本実施の形態においては多モード光導波路13が凹状に欠けた構成になっているが、本発明はこれに限定されるものではない。さらに、本実施の形態においては屈折率変化部15としてクラッド層を利用するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0026】ここで、多モード光導波路13において、領域16及び領域17の長さはそれぞれ2×2カプラを実現するように設定されている。

【0027】この時、多モード干渉光カプラ10と機能的に等価であるマッハツェンダ型干渉計20を図4に示す。

【0028】図4に示すように、本実施の形態の多モード干渉光カプラ10と機能的に等価なマッハツェンダ型干渉計20は、入力光導波路21a及び21b、光カプラ22a及び22b、出力光導波路23a及び23b、接続導波路24a及び24b、位相調整領域(位相及び振幅変化部)25を有する。位相調整領域25を除けば、マッハツェンダ型干渉計20の接続導波路24a及

び24bの光導波路長は等しい。

【0029】図4において、光カプラ22aが図3の多モード干渉光カプラ10における領域16に、光カプラ22bが図3の多モード干渉光カプラ10における領域17に、位相調整領域25が図3の多モード干渉光カプラ10における屈折率変化部15にそれぞれ対応している。

【0030】多モード干渉光カプラ10における屈折率変化部15のパラメータ、例えば長さLを変化させれば、屈折率変化部15で光が受ける位相が変化するので、マッハツェンダ干渉計20において位相調整領域25における位相の調整量を変化させることに相当する。この時、位相調整領域25における位相調整量に従って、マッハツェンダ干渉計20の分岐比は正弦波的に変化する。従って、これと機能的に等価な多モード干渉光カプラ10においても分岐比を変化させることができ *

$$(\text{分岐比}) = (\text{出力光導波路14aにおける光パワー}) / \{ (\text{出力光導波路14aにおける光パワー}) + (\text{出力光導波路14bにおける光パワー}) \} \quad (2)$$

で定義される値となる。但し、屈折率変化部15の長さLが負の値になっているのは、多モード光導波路13を上下に反転して、屈折率変化部15を下側に配置したことに対応している。

【0033】図5に示すように、分岐比を0%から100%まで変化できる。また、損失は分岐比を大きくするに従って増大するが、分岐比が100%の時でも2dB程度に抑えられている。

【0034】前述した屈折率変化部15の形態としては、図3に第1の実施の形態として多モード干渉光カプラ10で示した凹状の多モード導波路13を有する形態以外でも、本発明の要旨を逸脱しない限りの変更はもちろん可能である。

【0035】図6に本発明の第2の実施の形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成を示す。

【0036】図6に示すように、第2の実施の形態の多モード干渉光カプラ30において、シリコン基板31（但し、図面上では背景として表している。）上には、一対の石英系ガラス光導波路が入力光導波路32a、32bとして配置され、石英系ガラス光導波路が多モード光導波路33として、一対の石英系ガラス光導波路が出力光導波路34a、34bとして配置されている。

【0037】ここで、多モード光導波路33は、二つの多モード光導波路33a及び33cとそれを接続する一つの光導波路33bから構成されている。この場合には、多モード光導波路33の欠けている部分が屈折率変化部35となっている。このような構成であっても、機能的には第1の実施の形態の多モード干渉光カプラ10と等価である。

【0038】また、前述した屈折率変化部15及び35としては、第1の実施の形態及び第2の実施の形態とし※50

する。

【0031】図3の多モード干渉光カプラにおいて、石英系光導波路の厚さは6μmであり、比屈折率差は0.75%、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの光導波路間隔は各導波路12a、12b及び14a、14bの導波路中心の間隔でそれぞれ18μm、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの光導波路幅は6μm、多モード光導波路13の光導波路幅は25μm、多モード光導波路13の光導波路長は3.1mm、屈折率変化部15の幅は12.5μmであるとする。

【0032】この時、多モード干渉光カプラ10の損失及び分岐比を屈折率変化部15の長さLの関数として計算したものを図5に示す。ここで、分岐比は入力光導波路12aに光を入射した時、

※多モード干渉光カプラ10及び30で示した単一の屈折率変化部を用いる手法以外にも、複数の分割した屈折率変化部を用いても良い。

【0039】図7に本発明の第3の実施の形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成を示す。

【0040】図7に示すように、第3の実施の形態の多モード干渉光カプラ40において、シリコン基板41（但し、図面上では背景として表している。）上には、一対の石英系ガラス光導波路が入力光導波路42a、42bとして配置され、石英系ガラス光導波路が多モード光導波路43として、一対の石英系ガラス光導波路が出力光導波路44a、44bとして配置されている。

【0041】ここで、多モード光導波路43は、二つの多モード光導波路43a及び43cとそれを接続する光導波路43b並びに屈折率変化部45から構成されている。屈折率変化部45は、周期的にコア部がクラッド層で置き換えられた構成となっており（コア部45a、45b、……45x）、複数の分割された屈折率変化部となっている。このような構成とすれば、屈折率変化部45で生じる放射損失を低減することができる。

【0042】図7の多モード干渉光カプラにおいて、石英系光導波路の厚さは6μmであり、比屈折率差は0.75%、入力光導波路42a、42b及び出力光導波路44a、44bの光導波路間隔は各導波路42a、42b及び44a、44bの導波路中心の間隔でそれぞれ18μm、入力光導波路42a、42b及び出力光導波路44a、44bの光導波路幅は6μm、多モード光導波路43の光導波路幅は25μm、多モード光導波路43の光導波路長は3.1mm、屈折率変化部45の幅は6μmであるとする。また、屈折率変化部45の置き換えられたクラッド層の一つ当たりの長さは5μm、隣り合

う置き換えられたクラッド層の間隔は $30\mu\text{m}$ とする。
【0043】この時、多モード干渉光カブラ40の損失及び分岐比を屈折率変化部45の全体の長さ l の関数として計算したものを図8に示す。

【0044】図8に示すように、複数に分割された屈折率変化部45を用いることで、全体での損失を低減することができる。分岐比100%における損失は、0.7dB以下に低減されている。

【0045】また、前述した屈折率変化部15、35及び45としては、第1の実施の形態、第2の実施の形態及び第3の実施の形態として多モード干渉光カブラ10、30及び40で示したクラッド層を用いる手法以外にも、多モード光導波路13、33及び43の一部に溝を設ける構造としても、また、多モード光導波路13、33及び43の一部に樹脂を埋め込む構造としても良い。

【0046】図9に本発明の第4の実施の形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カブラの構成を示す。

【0047】図9に示すように、第4の実施の形態の多モード干渉光カブラ50において、シリコン基板51（但し、図面上では背景として表している。）上には、一対の石英系ガラス光導波路が入力光導波路52a、52bとして配置され、石英系ガラス光導波路が多モード光導波路53として、一対の石英系ガラス光導波路が出力光導波路54a、54bとして配置されている。

【0048】ここで、多モード光導波路53の一部には樹脂が埋め込まれており、これにより屈折率変化部55を実現している。このような構成であっても、機能的には第1の実施の形態の多モード干渉光カブラ10、第2の実施の形態の多モード干渉光カブラ30及び第3の実施の形態の多モード干渉光カブラ40と等価である。

【0049】以上のように、本発明の多モード干渉光カブラは、図3に示す第1の実施の形態の多モード干渉光カブラ10に限定されるものでもなく、図6、図7、図9に示す第2、第3、第4の実施の形態の多モード干渉光カブラ30、40、50のように、その要旨を逸脱しない限りにおいて変更が可能である。

【0050】そして上記の各実施の形態では、シリコン基板51上の石英系ガラス光導波路を基本とする多モード干渉光カブラ10、30、40、50について、この構成及び機能を説明したが、多モード干渉光カブラを構成し得る他の材料を用いて、例えばプラスチック系光導波路やイオン拡散型ガラス光導波路、あるいはニオブ酸リチウム光導波路や半導体光導波路にも本発明を適用することができる。

【0051】さらに、前述した各実施の形態では、二入力二出力の多モード干渉光カブラとして説明したが、少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路を有する多モード干渉光カブラ、あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光

導波路を有する多モード干渉光カブラとしても良く、また、多入力多出力の多モード干渉光カブラとしても良い。

【0052】図10に本発明の第5の実施の形態に係る多入力多出力の多モード干渉光カブラの構成を示す。

【0053】図10に示すように、第4の実施の形態の多モード干渉光カブラ60において、シリコン基板61（但し、図面上では背景として表している。）上に、入力光導波路62a、62b、……62xと、多モード光導波路63と、出力光導波路64a、64b、……64xとが接続されて配置されており、多モード光導波路63はその一部に屈折率変化領域65a、65b、……65xを有している。

【0054】ここで、入力導波路の本数 N_i と出力導波路の本数 N_o と屈折率変化領域の数 N_1 は、それぞれ異なっても構わないことを付記しておく。多モード光導波路63において、領域66の長さはちょうど $N_i \times N_1$ カブラを実現するように、領域67の長さはちょうど $N_1 \times N_o$ カブラを実現するように、それぞれ設定されている。

【0055】この時、多モード干渉光カブラ60と機能的に等価である干渉計を図11に示す。

【0056】図11に示すように、本実施の形態の多モード干渉光カブラ60と機能的に等価な干渉計70は、入力光導波路71a、71b、……71x、多入力多出力の光カブラ72a及び72b、出力光導波路73a、73b、……73x、接続導波路74a、74b、……74x、位相及び振幅変化部（位相調整領域）75a、75b、……75xを有する。

【0057】図11において、光カブラ72aが図10の多モード干渉光カブラ60における領域66に、光カブラ72bが図10の多モード干渉光カブラ60における領域67に、位相調整領域75a、75b、……75xが図10の多モード干渉光カブラ60における屈折率変化領域65a、65b、……65xにそれぞれ対応している。

【0058】図11の干渉計70は一般化されたマッハツェンダ型干渉計と呼ばれ、各接続導波路74a、74b、……74xに設けた位相調整領域75a、75b、……75xを調整することで、分岐比を変化できることが知られている。

【0059】このように本発明の多モード干渉光カブラは、二入力二出力の多モード干渉光カブラに限らず、多入力多出力の多モード干渉光カブラにも適用することができる。さらに一入力多出力の多モード干渉光カブラ、多入力一出力の多モード干渉光カブラにも適用することができることは言うまでもない。

【0060】また、前述した各実施の形態では一段の屈折率変化領域を用いたが、もちろん多段の屈折率変化領域を用いても良い。

【0061】図12に本発明の第6の実施の形態に係る多入力多出力の多モード干渉光カブラの構成を示す。

【0062】図12に示すように、第6の実施の形態の多モード干渉光カブラ80において、シリコン基板81（但し、図面上では背景として表している。）上に、入力光導波路82a、82b、……82xと、多モード光導波路83と、出力光導波路84a、84b、……84xとが接続されて配置されており、多モード光導波路83はその一部に第一段の屈折率変化領域85a、85b、……85x及び第二段の屈折率変化領域86a、86b、……86xを有している。

【0063】前述のように入力導波路の本数 N_i 、出力導波路の本数 N_o 、第一段の屈折率変化領域の数 N_1 、第二段の屈折率変化領域の数 N_2 は、それぞれ異なっても構わない。

【0064】ここで、多モード光導波路83においては、領域87の長さはちょうど $N_i \times N_1$ カブラを実現するように、領域88の長さはちょうど $N_1 \times N_2$ カブラを実現するように、領域89の長さはちょうど $N_2 \times N_o$ カブラを実現するように、それぞれ設定されている。このような構成であっても第5の実施例の多入力多出力光カブラと同様の原理により、分岐比可変の多入力多出力光カブラを実現できる。

【0065】このように多段の屈折率変化領域を用いても、本発明の要旨を逸脱しない。

【0066】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、請求項1の発明の多モード干渉光カブラによれば、基板上に形成された、少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、入力光導波路と出力光導波路との間に配置された多モード光導波路とで構成し、多モード光導波路の一部に屈折率変化領域を設けたことにより光位相を調整して分岐比を変化させるため、従来のように、導波路の変形により光位相を調整する必要がなく、入力光導波路と出力光導波路の方向が傾くこともないので、構造が簡単でレイアウトも容易な

任意分岐比の多モード干渉光カブラを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の変形導波路を用いた二入力二出力多モード干渉光カブラの構成図

【図2】従来の変形導波路を用いた多入力多出力多モード干渉光カブラの構成図

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る二入力二出力多モード干渉光カブラの構成図

【図4】第1の実施の形態と機能的に等価なマッハツェンダ型干渉計の構成図

【図5】第1の実施の形態における損失及び分岐比と屈折率変化部の長さとの関係を表すグラフ

【図6】本発明の第2の実施の形態に係る二入力二出力多モード干渉光カブラの構成図

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る二入力二出力多モード干渉光カブラの構成図

【図8】第3の実施の形態における損失及び分岐比と屈折率変化部の長さとの関係を表すグラフ

【図9】本発明の第4の実施の形態に係る二入力二出力多モード干渉光カブラの構成図

【図10】本発明の第5の実施の形態に係る多入力多出力多モード干渉光カブラの構成図

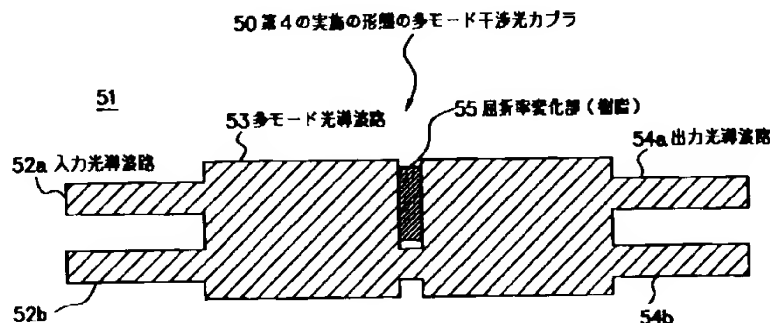
【図11】第5の実施の形態と機能的に等価なマッハツェンダ型干渉計の構成図

【図12】本発明の第6の実施の形態に係る多入力多出力多モード干渉光カブラの構成図

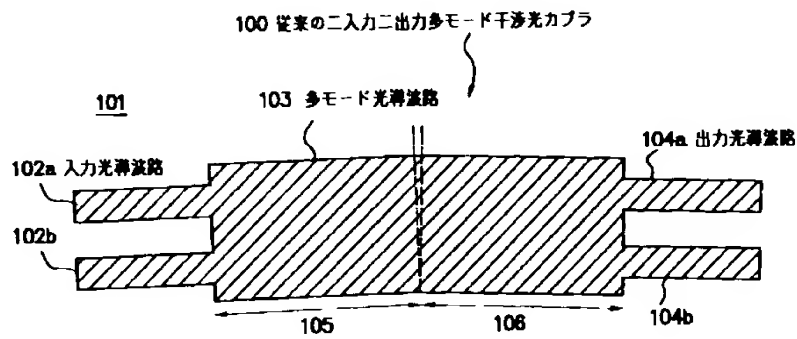
【符号の説明】

11, 31, 41, 51, 61, 81: 基板、12a, 12b, 32a, 32b, 42a, 42b, 52a, 52b, 62a~62x, 82a~82x: 入力光導波路、13, 33, 43, 53, 63, 83: 多モード光導波路、14a, 14b, 34a, 34b, 44a, 44b, 54a, 54b, 64a~64x, 84a~84x: 出力光導波路、15, 35, 45, 55, 65a~65x, 85a~85x, 86a~86x: 屈折率変化部（領域）。

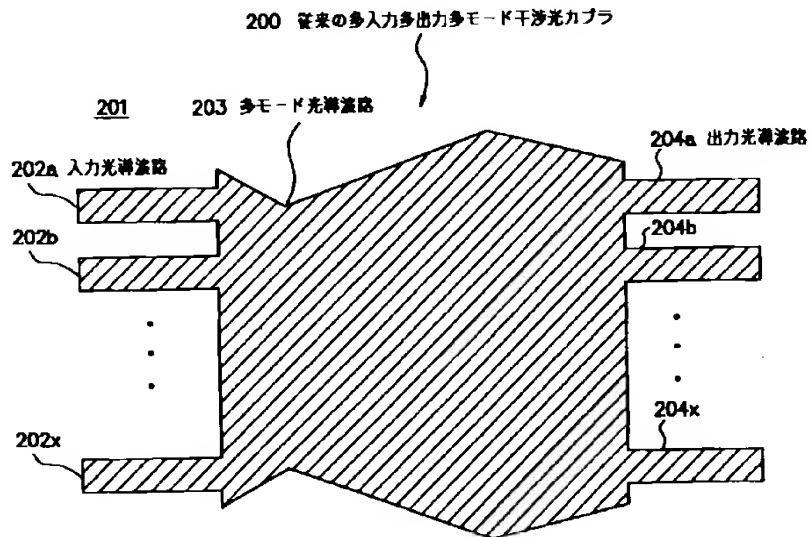
【図9】



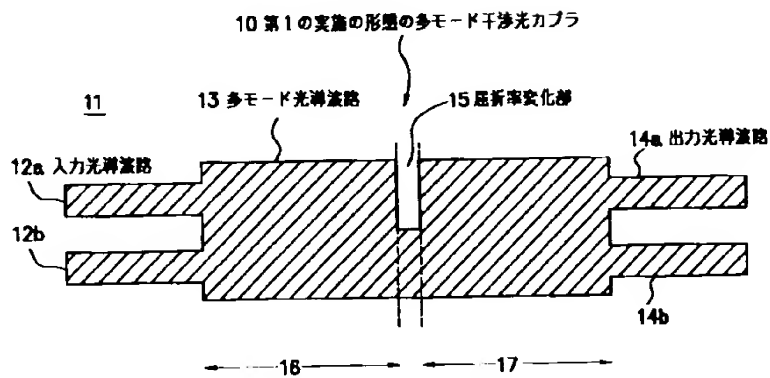
【図1】



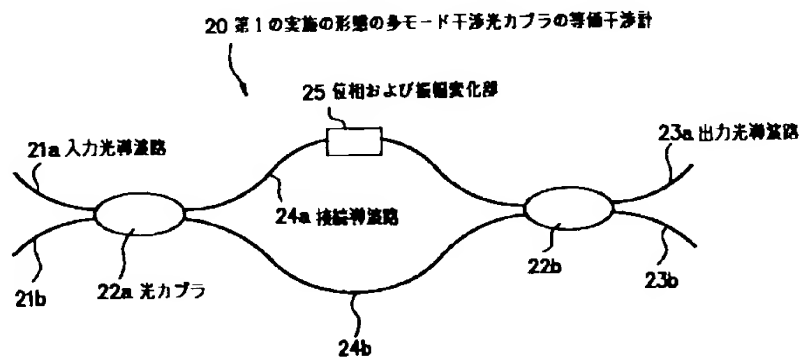
【図2】



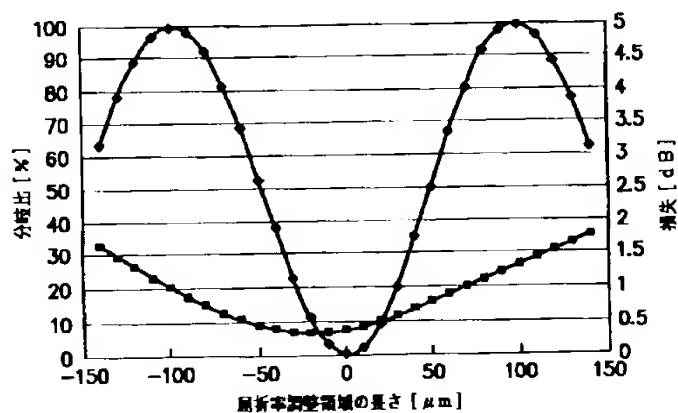
【図3】



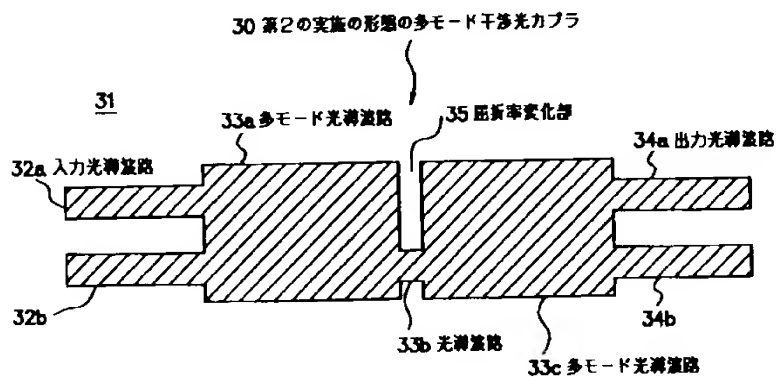
【図4】



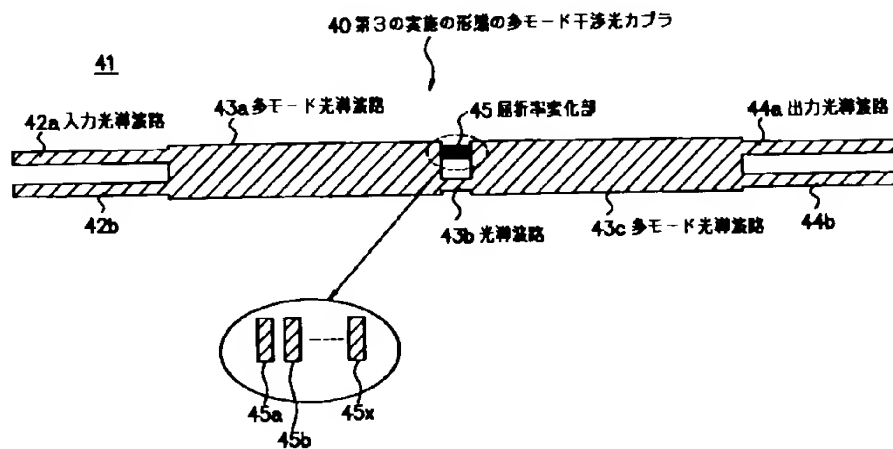
【図5】



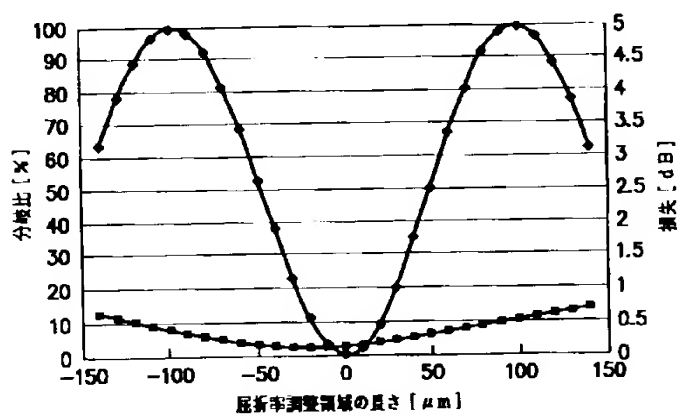
【図6】



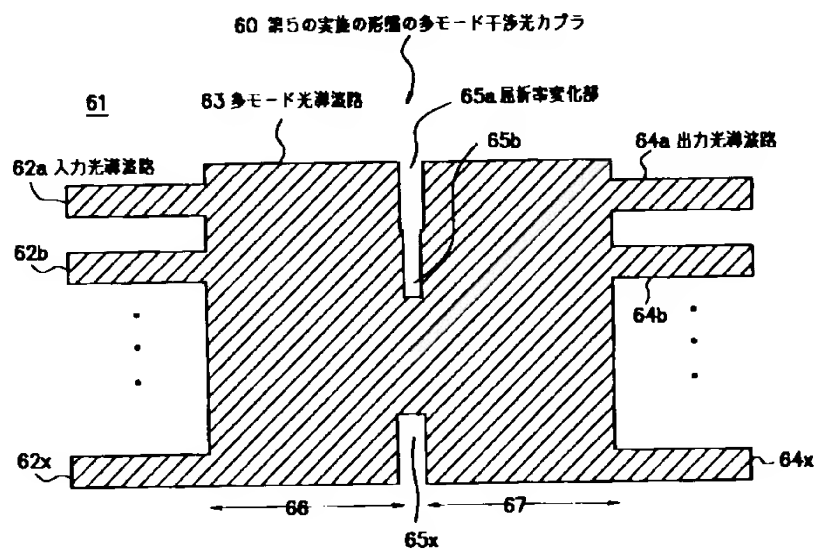
【図7】



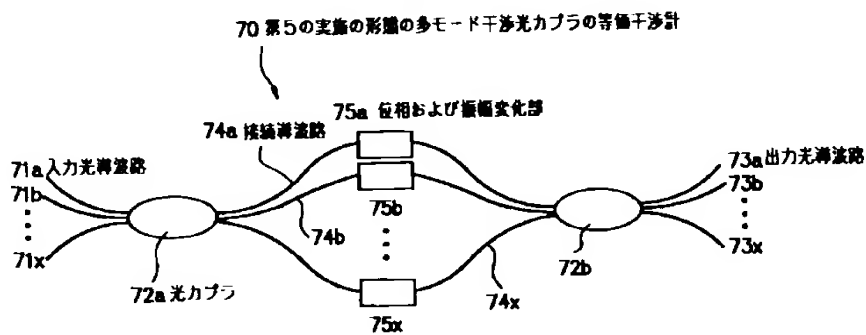
【図8】



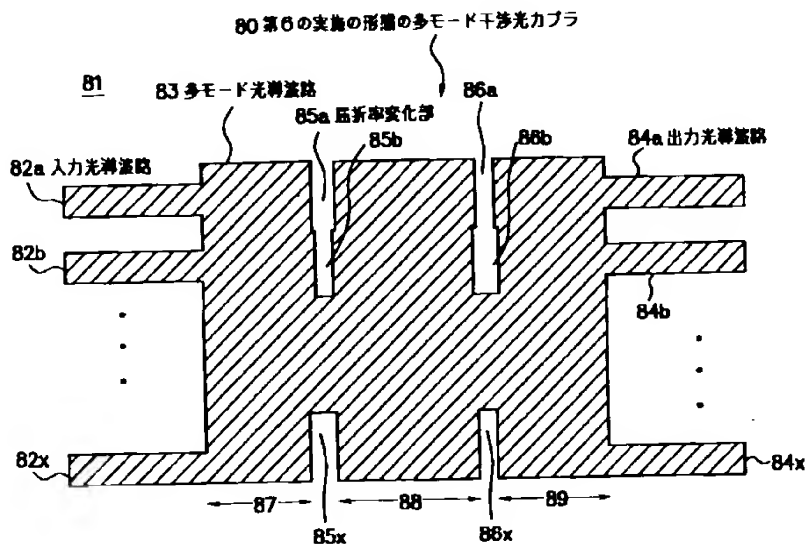
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 奥野 将之
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(72)発明者 岡本 勝就
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 金子 明正
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
Fターム(参考) 2H047 KA03 LA15 QA04 QA05 TA11
TA43